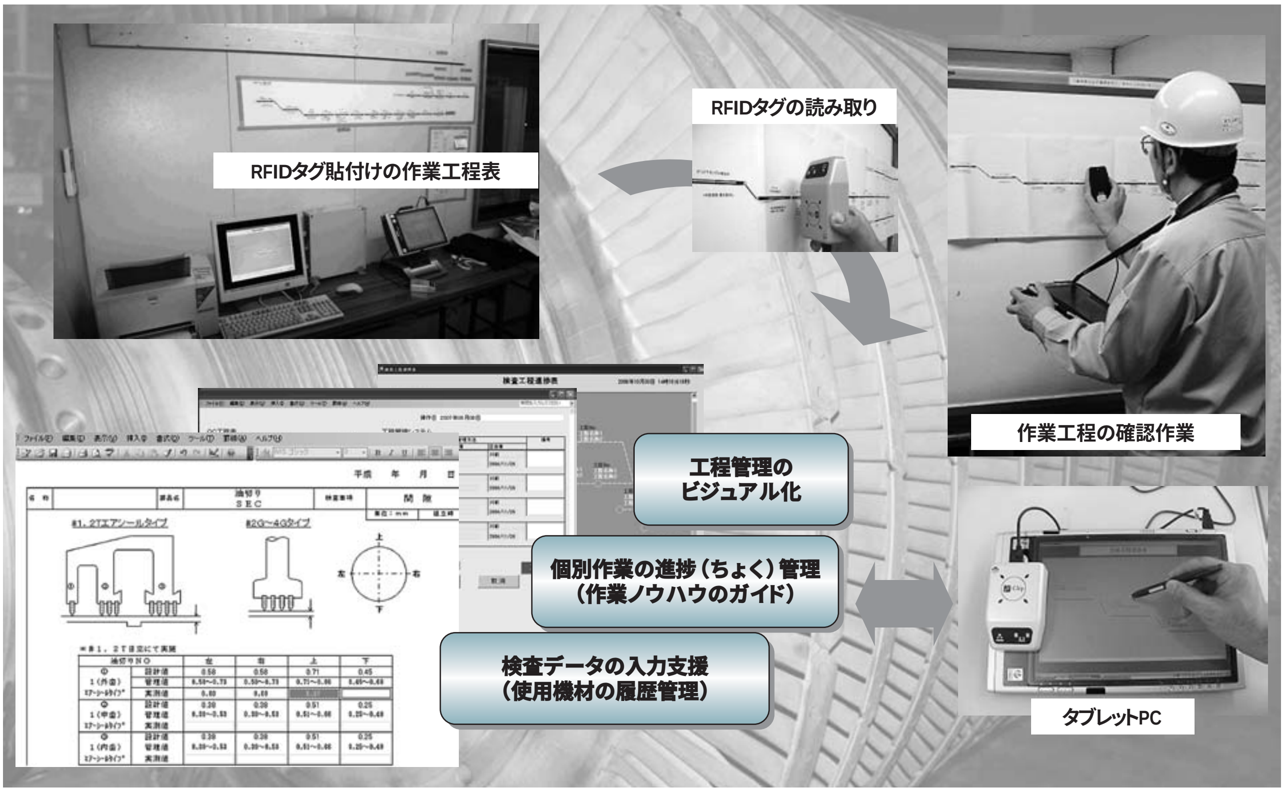
東京電力株式会社納め「定期点検支援システム（工程管理・検査記録管理）」の開発と適用

Maintenance Support System Developed for Periodic Inspection (Management of Work Process and Inspection Record) Supplied to TEPCO

村上 正博 Masahiro Murakami　佐藤 元之 Motoyuki Sato
深井 雅之 Masayuki Fukai　佐藤 泰憲 Yasunori Sato



注：略語説明　RFID（Radio-frequency Identification），PC（Personal Computer）

図1　東京電力株式会社納め「定期点検支援システム（工程管理・検査記録管理）」の概要
火力発電所の定期点検工事において，無線IC技術（RFID）を活用してタービンの分解・点検・補修・組立作業を支援するシステムについて示す。

日立製作所は，保守管理支援システムの一環として，火力発電プラントの定期点検支援システム（工程管理・検査記録管理）を完成し，東京電力株式会社東火力事業所姉崎火力発電所に納入した。

このシステムは，RFIDタグ（ミューチップ）を現場掲示用工程表や作業者ヘルメット，測定機材などに取り付けて，定期点検におけるタービンの分解・点検・補修・組立作業に必要な熟練技術者のノウハウなども含めた作業関連情報を現場の作業者に的確に伝え，作業ミスなどのヒューマンエラーを防止し，作業品質の向上と作業進捗の円滑化を図る機能を有するものである。

姉崎火力発電所の定期点検工事においては，タービン組立工程管理に適用し，工事現場での情報入力の容易さ，および技術伝達の有効性について検証して，作業の安全性，作業品質，作業効率，合理化の観点からも，その実用性を確認した。

1．はじめに

火力発電所などのプラント設備は，設備安全確保の観点で，劣化した部品などをメンテナンスするために運転中のプラントを定期的に停止して，分解・点検・補修・組立を行う定期点検を実施し，運転中のトラブル発生を防止することが望まれている。特に，発電所は数多くの機械部品から成り，定期点検は高度な技術と経験を持った技術者を指揮者とし，多くの作業員に適切な指示を行いながら作業を進め，工程管理と品質確保に努める必要がある。また，現場作業の高効率化や点検作業の品質確保，人材育成・技術の継承にも留意する必要がある。

これらの課題を解決するため，日立製作所は，今回，保守管理支援システムの一環として，無線IC技術を活用した定期点検支援システム（工程管理・検査記録管理）を開発した。

ここでは，東京電力株式会社姉崎火力発電所の定期点検工事に適用したタービン組立工程管理について述べる（**図1**参照）。

2．火力発電所の保守点検業務

姉崎火力発電所では，従来，発電設備の保守点検業務を紙ベースの工程管理により行ってきたが，近年の熟練技術者の減少による若手への技術継承問題，定期点検の機会減少による技術力低下が危惧（ぐ）されていた（**図2**参照）。

保守点検業務は数多くの機器，部品を取り扱うことから，これら問題点の解決手法としてITの積極的活用，特に無線IC技術の活用に注目した。

3．保守点検業務に無線IC技術を活用

設備の保守点検業務を支援するITとして，無線IC（以下，RFIDと言う。）を活用することにした。

RFID（Radio-frequency Identification：電波を使った非接触の自動認識技術）は，タグやラベルなど所定の形に加工されたアンテナ付きICチップ（これを総称してICタグと呼んでいる。）を機器設備や部品などに搭載し，そのICチップとの間で専用装置（リーダ/ライタ）を使って情報のやり取りをすることにより，機器や部品をはじめ，人物なども特定し認証することができるデバイスである。

3.1 ICチップ

RFIDには，日立製作所が世界に先駆けて開発した世界最小クラスのICチップ「ミューチップ」を採用することにした。ミューチップ[1),2)]は0.4 mm角の大きさで，チップの外部アンテナで電波（2.45 GHzのマイクロ波）を受信し，それをエネルギーに換えて128ビット（10進法で38けた）の固有の番号を無線送信する世界最小クラスの非接触型ICチップである。メモリは読み出し専用のROM（Read Only Memory）型である。

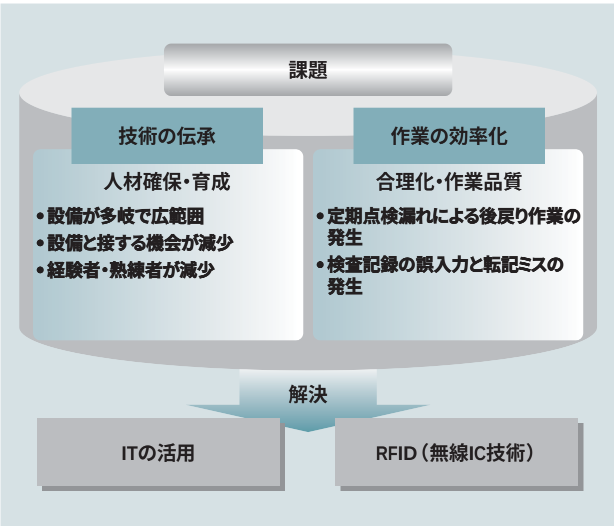


図2　設備点検業務における課題
発電設備の点検，特に定期点検業務における問題点と解決策を示す。

3.2 RFIDタグの概要

RFIDタグはICチップとアンテナから成り（以下，インレットと言う。），タグの形状によりチップ型（部品などに搭載），カード型（クレジットカードなどに搭載），ラベル型（荷札用），内蔵型（衣類・工具などに搭載）があるが，姉崎火力発電所では安価なラベル型を採用した。

ミューチップインレットのサイズは53×1.5（mm）で，最大厚さわずか0.25 mmである。インレットはタグを作るための部品であるが，インレットをそのままタグとして用いることもできる（**図3**参照）。

姉崎火力発電所ではミューチップインレットを現場掲示用工程表，作業者ヘルメットおよび測定機材（ノギスなど）などにタグとしてそのまま取り付けている（**図4**参照）。

3.3 火力発電所におけるRFIDの活用分野

火力発電所において，RFIDは保守点検に限らず，運転から保安業務に至るさまざまな業務分野で，その活用が期待されている（**表1**参照）。

4．姉崎火力発電所の定期点検支援システム

保守管理支援システムの一環として，姉崎火力発電所で計画した定期点検支援システム（工程管理・検査記録管理）[3)]は，定期点検におけるタービンの分解・点検・補修・組立作業での留意点や，熟練技術者のノウハウが蓄積したさまざまな

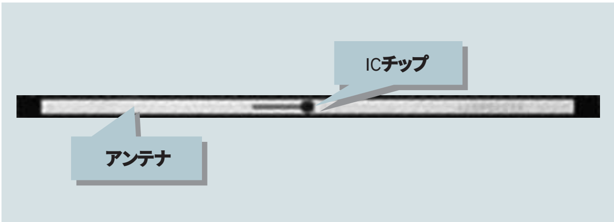


図3　ミューチップインレット
ミューチップインレットは，ICチップとアンテナにより構成される。

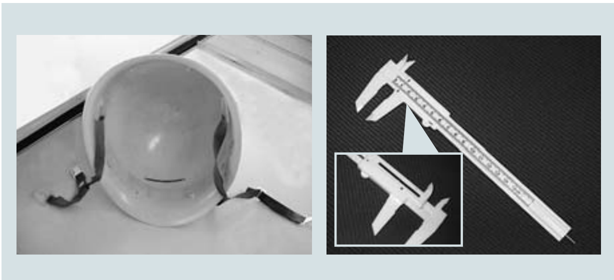


図4　ヘルメット・ノギスへのタグ取り付け例
ミューチップインレットをタグとしてヘルメット，測定器具の裏面に取り付けている。

Feature Article

表1　火力発電所におけるRFIDの活用メニュー
火力発電所におけるRFIDの活用分野を示す。

業務分野		活用内容
保守点検	情報管理（機器，図書）	設備・機器に関する情報提供 取扱説明書/点検/防災マニュアル など
	安全管理	電源ロック管理，作業札管理，手動弁状態管理 など
	設備管理（機器，部品）	点検/修理/交換作業ガイド 定期点検作業工程管理 など
	備品管理（工具類）	工具類の持ち出し・返却管理
	計器校正履歴管理	計測装置の校正記録管理
	予備品管理	予備品入出庫管理
運転	巡視点検	ペーパーレス巡視
	オペレーション管理	制御系チューニング・設定値管理 操作権限者認証
保安	入出退管理	構内入出門管理，構内作業員の管理

作業関連情報を現場の作業者に的確に伝え（技術の伝承），作業ミスなどのヒューマンエラーを防止し，作業品質の向上と円滑な作業進捗（ちょく）（作業の効率化）を図ることにある。

4.1 システム構築のための検討

システム構築にあたり，機能およびシステム導入の方法について，まず実用的でなければならないことから，現場作業者の意見をヒアリングして課題を整理するとともに，これまでの業務の流れに対して違和感のないように，また導入システムが新たな負担にならないように細心の注意を払った。

これらの検討を踏まえ，支援システム実現のために，ITの積極的導入を推進した（図5参照）。

4.2 システムの概要と機能

ここでは，定期点検支援システムの概要と主な機能について述べる。

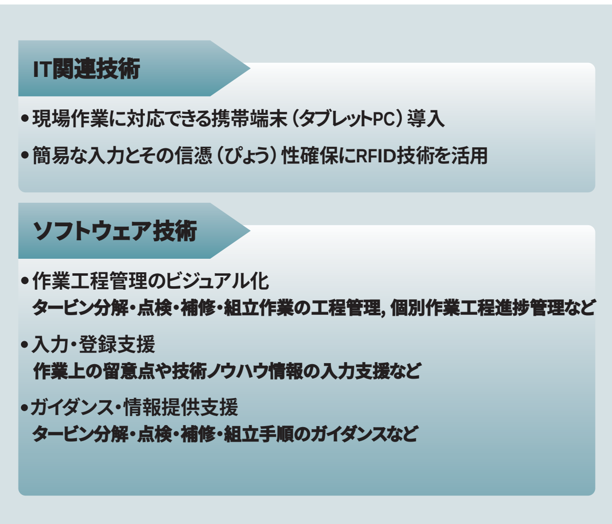


図5　導入技術
定期点検支援システムに導入された技術内容を示す。

（1）システムの概要

全体工程（組立作業工程）表の各ブレークポイントにはミューチップ（RFIDタグ）が貼（は）り付けられている。作業者が工程表に取り付けたタグをミューチップリーダで読み取ると，読み込んだステップでの作業工程進捗状況（完了/未完）を携帯端末で確認できる。作業未完の場合は作業手順書が表示され，残作業の個別作業手順に進み，作業内容がガイダンスされる。検査が必要な場合は，検査記録用紙が表示され，検査データの入力を促される。これら一連の動作が全体工程表のタグ読取りと同期して，作業者に適切な指示と情報提示が行われるようになっている（図6参照）。

（2）主な機能

（a）定期点検作業について，その工程管理をビジュアル化し，画面には作業予定日と作業完了日が表示される。作業完了日は，管理者のヘルメットに取り付けたタグ（ミューチップ）のID読み込みと同時に認証を行い，権限が認証されると完了日時と氏名が自動入力されるようになっている。

（b）定期点検作業について，それぞれの個別作業手順をガイダンスしている。作業手順と作業するための留意点や技術ノウハウが提示され，この画面で作業進捗管理を行うことができる。ここでも作業立ち会い者のID（Identification）認証を受けて作業完了とする最終チェックを行っている。なお，点検作業以外でも教育ツールとして留意点や技術ノウハウの修得に自由に使えるよう考慮した。

（c）検査記録入力管理に関しては，検査記録用紙の表

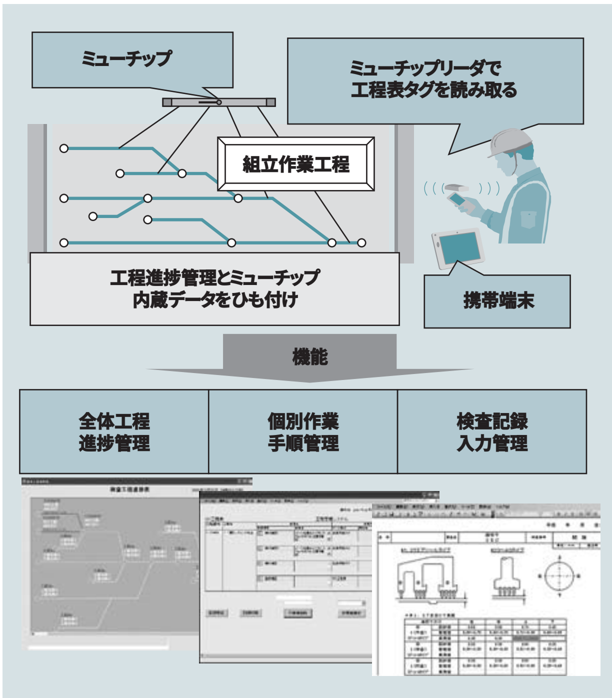
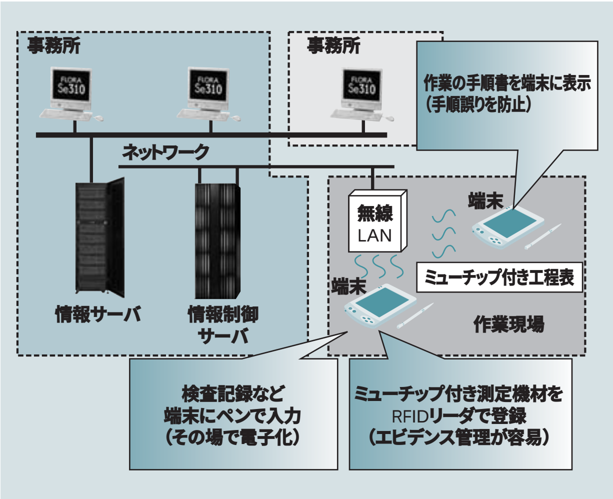


図6　定期点検支援システムの概要
タービンの組立作業工程から作業の進捗状況が確認できる。



注:略語説明　LAN（Local Area Network）

図7　システム構成
支援システムのハードウェア構成を示す。

示画面から検査データを直接入力（入力値は管理値内チェック，データ変更防止のためデータロック機能も用意）する。入力完了後，計測機材に取り付けたタグ（ミューチップ）と記録者のID認証を受けて登録を行う。

入力したデータはパソコンに転記することなく，そのまま印刷などに活用することができる。システム構成を図7に示す。

4.3 実証試験

姉崎火力発電所の定期点検工事が2006年10月2日から2007年2月14日に実施され，その機会を利用して定期点検支援システムの実証試験を行った。試験は中圧タービンの組立作業工程について行い，予定工期どおり定期点検工事を完了することができた。

試験結果から得られたことは，以下のとおりである。

（1）作業の安全性，作業品質の観点

（a）作業実施にあたっての留意点・作業ノウハウの提供は適切，有効であることが確認された。

（b）検査記録のデータ入力では，異常値に気づきやすくなり，自動チェック機能の有効性を確認できた。

（2）合理化の観点

（a）従前の手書き検査記録から電子データへの打ち込み作業が不要になり，二重作業の解消，打ち込みまちがいも完全に払拭（ふっしょく）された。

（b）測定機材をミューチップリーダで読み込ませると，機材番号などが検査記録に自動入力されるので，トレーサビリティが確保された。

（c）ヘルメットに付けた個人IDを読み取ることで，氏名および作業完了日付の自動入力ができることを確認できた。

（d）個別作業手順管理機能により，手順のまちがいがなくなり，作業の後戻り防止に有効であることが確認された。

なお，実証試験は中圧タービンの組立作業工程について行ったが，これは中圧タービンに限ったことではない。今後，高圧タービン，低圧タービンの主機および補機についても，また組立作業だけでなく分解作業にも適用拡大を図っていく。

5．おわりに

ここでは，東京電力株式会社納め姉崎火力発電所の定期点検支援システムについて概要を述べた。

現在，RFIDを応用したシステム技術は緒についたばかりである。今回開発した定期点検支援システムを礎に，今後，発電所の保守管理業務全体を支援する広域システムへと発展させていく考えである。

終わりに，このシステムの開発にあたっては，東京電力株式会社関係各位から多大なご指導とご協力を賜った。ここに深く感謝の意を表するものである。

参考文献など

1）**ミューチップ，**
http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/jp/
2）**佐野，外：**RFID**タグ応用ソリューションを支えるユビキタス連携基盤，日立評論，**88，7，574〜577（2006.7）
3）**河野，外：火力発電所の設備点検作業に**IT**を活用した保守管理支援システム，火力原子発電協会** No.615，vol.58（2007.12）

執筆者紹介



村上 正博
1992年日立製作所入社，情報・通信グループ　情報制御システム事業部 発電制御システム設計部　所属
現在，発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事



佐藤 元之
1990年日立製作所入社，電力グループ　火力事業部　火力技術部　予防保全技術本部　所属
現在，火力発電所設備の予防保全サービスに従事



深井 雅之
1977年日立製作所入社，情報・通信グループ　情報制御システム事業部　発電制御システム設計部　所属
現在，発電プラント監視制御システムの開発・設計に従事



佐藤 泰憲
1986年茨城日立情報サービス株式会社入社，エンジニアリング技術本部　プラントシステム技術部　所属
現在，発電プラント情報システムの計画・設計に従事